

551,377

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 11 月 4 日 (04.11.2004)

PCT

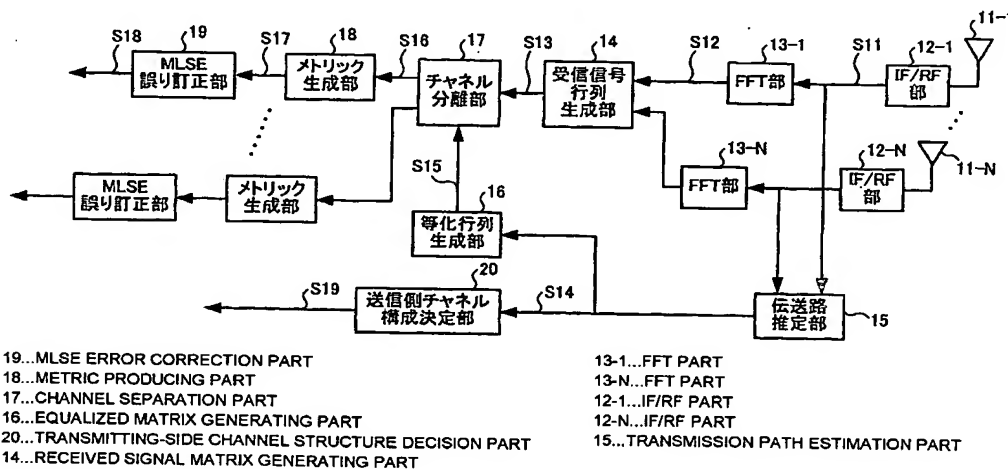
(10) 国際公開番号
WO 2004/095730 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H04B 7/04, 7/06, H04J 11/00, 15/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/003614
- (22) 国際出願日: 2004 年 3 月 18 日 (18.03.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-116172 2003 年 4 月 21 日 (21.04.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 平 明徳 (TAIRA, Akinori) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 石津 文雄 (ISHIZU, Fumio) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 6 号 東京倶楽部ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

[続葉有]

(54) Title: RADIO COMMUNICATION APPARATUS, TRANSMITTER APPARATUS, RECEIVER APPARATUS AND RADIO COMMUNICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 無線通信装置、送信装置、受信装置および無線通信システム



(57) Abstract: For example, a channel division part (1) in the radio communication apparatus on a transmitting side divides, based on "channel structure information indicative of MIMO channel structure method" notified from the radio communication apparatus on a receiving side, a transmitted signal into a plurality of channels. An STC part (4) performs an STC (Space Time Coding) processing for each divided channel to realize transmission diversity, while a transmission path estimation part (15) in the radio communication apparatus on the receiving side estimates a transmission path between the transmitting and receiving sides. A transmitting-side channel structure decision part (20) decides, based on a result of that transmission path estimation, a physical structure of the radio communication apparatus on the transmitting side and a physical structure of the radio communication apparatus on the receiving side, the MIMO channel structure, and then notifies the radio communication apparatus on the transmitting side of a result of that decision, that is, the channel structure information.

(57) 要約: 本発明の無線通信装置では、たとえば、送信側の通信装置におけるチャンネル分割部(1)が、受信側の通信装置から通知される「MIMOチャンネルの構成法を示すチャンネル構成情報」に基づいて送信信号を複数のチャンネルに分割し、STC(4)が、分割後のチャンネル毎にSTC(Space Time Coding)処理による送信ダイバーシ

[続葉有]

WO 2004/095730 A1



ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

チを実現し、一方、受信側の通信装置における伝送路推定部（15）が、送受信間の伝送路を推定し、送信側チャネル構成決定部（20）が、前記伝送路推定結果、送信側の通信装置の物理的構成、および自装置の物理的構成に基づいて、MIMOチャネルの構成を決定し、その決定結果であるチャネル構成情報を送信側の通信装置に通知する。

明 細 書

無線通信装置、送信装置、受信装置および無線通信システム

5 技術分野

本発明は、通信方式としてマルチキャリア変復調方式を採用する無線通信装置に関するものであり、特に、SDM (Space Division Multiplexing) 方式および送信ダイバーシチ技術を利用したシステムに適用可能な無線通信装置に関するものである。

10

背景技術

以下、従来の通信装置について説明する。広帯域信号を移動体環境において送受信する場合、周波数選択性フェージングの克服が必要となるが、この周波数選択性フェージングへの対応技術の一つとして、マルチキャリア、特に、OFDM

15 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) が各種無線システムに採用されている。一方、更なる伝送容量の増大のために、複数アンテナを用いて2つ以上の信号を同時に伝送するMIMO (Multiple Input Multiple Output) システムが注目を集めている。MIMOシステムは、大きくSDMによる方式と送信ダイバーシチによる方法に分けられ、後者に属する技術として、STC (Space Time Coding : 時空符号化) と呼ばれる送信ダイバーシチ技術がある。

20

ここで、上記SDM方式の一例（非特許文献1参照）を簡単に説明する。送信側の通信装置では、たとえば、同時送信する2チャネルのデータに対して個別に誤り訂正符号化を行い、その後、符号化後の各データに対して所定の変調処理を施し、それらの結果を対応するサブキャリアに配置する。そして、各サブキャリア

25 ア上の信号は、IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) 処理によって個別に時間信号（OFDM信号）に変換され、さらに、ガードインターバルが付加され、高周波帯へアップコンバートされた後、対応する各送信アンテナより送信さ

れる。

また、受信側の通信装置では、まず、異なる受信アンテナで受信した高周波信号を個別にベースバンド信号に変換する。このとき、各ベースバンド信号は複数の信号（上記2チャンネル）が混在する状態であるため、それらを分離する必要がある。つぎに、各ベースバンド信号は、FFT（Fast Fourier Transform）処理によって周波数軸信号へ変換される。すなわち、ここでサブキャリア単位の信号（サブキャリア信号）となる。これらのサブキャリア信号は、複数チャンネルの信号が多重されているため、重み付け制御（ウェイト制御）により各チャンネルの受信信号として抽出される。非特許文献1においては、このウェイトの算出に、非所望チャンネルを完全に抑圧するゼロフォーシング（Zero-Forcing）を用いている。チャンネル単位に分離された受信信号は、それぞれ、復調処理でメトリック計算が実行され、誤り訂正処理が行われた後、最終的な各チャンネルの受信信号として出力される。

このように、上記SDM方式を採用する従来の通信装置では、複数チャンネルを用いて異なる信号系列を同時送信することにより、単位時間当りの送信シンボル数を増加することができる。すなわち、伝送状態の良好な環境では高速な通信を実現できる。

一方、上記STC方式を採用する通信装置においては、一般的に、受信側によるチャンネル分離に逆行列演算を必要としないので、少ない演算量で受信処理を実現できる、という特徴がある。また、受信側の装置構成を1本のアンテナで実現でき、さらに、低S/Nの環境下であっても優れた通信品質を確保できる、という特徴がある。なお、上記STC方式の理論的な信号処理については、下記非特許文献2、3に詳細に記述されている。

非特許文献1.

25 電子情報通信学会技術研究報告RCS2001-135 「MIMOチャンネルにより100Mbit/sを実現する広帯域移動通信用SDM-COFDM方式の提案」

非特許文献2.

S.M.Alamouti, "A Simple Transmit Diversity Technique for Wireless Communications", IEEE J. Selected Areas in Communications, vol. 16, pp. 1451-1458, Oct. 1998.

非特許文献 3.

- 5 V.Tarokh, H.Jafarkhani, A.R.Calderbank, "Space-time Block Coding for Wireless Communications : Performance Results", IEEE Journal On Selected Areas in Communications, Vol.17, pp.451-460, No.3, March 1999.

10 しかしながら、上記、SDM方式を採用する従来の通信装置においては、チャネル分離に逆行列演算が必要となるので、演算量が増大する、という問題があった。また、たとえば、上記逆行列演算において逆行列が存在しない（または行列式が0に近い）場合は、 S/N (Signal to Noise ratio) の急激な劣化が起きる、という問題があった。また、同時送信チャネル数以上の受信アンテナが必要となる、という問題もあった。

- 15 また、STC方式を採用する従来の通信装置においては、同一信号を複数回にわたって送信するため、送信シンボル数を増加させることが困難となる、という問題があった。

すなわち、STC方式を採用する通信装置とSDM方式を採用する通信装置は、上記のようにそれぞれ相反する特徴を有しているので、換言すれば、固有の問題
20 点を抱えているので、最適なMIMOチャネルを構成するという点においてさらなる改善の余地がある。

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、それぞれの方式の特徴点を実現し、更なる高速化を実現することによって、最適なMIMOチャネルを構成可能な無線通信装置を提供することを目的とする。

25

発明の開示

本発明にかかる無線通信装置にあっては、複数の送信アンテナと、1つまたは

複数の受信アンテナを備え、1つまたは複数のキャリアを用いた通信を行う無線通信装置であって、受信側の通信装置から通知される「MIMO (Multiple Input Multiple Output) チャンネルの構成法を示すチャンネル構成情報」に基づいて送信信号を複数のチャンネルに分割するチャンネル分割手段と、さらに分割後のチャンネル毎にSTC (Space Time Coding) 処理による送信ダイバーシチを実現するSTC手段と、を含む送信処理部（後述する第2図の構成に相当）と、送受信間の伝送路を推定する伝送路推定手段と、前記伝送路推定結果、送信側の通信装置の物理的構成、および自装置の物理的構成に基づいて、MIMOチャンネルの構成を決定し、その決定結果であるチャンネル構成情報を送信側の通信装置に通知するチャンネル構成決定手段と、を含む受信処理部（後述する第3図の構成に相当）と、を備えることを特徴とする。

この発明によれば、送受信装置に備えられたアンテナ数、計算能力、伝送路状態など、種々のパラメータから最適なMIMOチャンネルの構成（アンテナによるチャンネル分割、STCによるチャンネル分割）を決定する。これにより、従来技術と比較して効率のよい通信を行うことができる。また、従来のSDM方式では逆行列が存在しない通信環境下であっても、STCを適用することにより等化行列が生成できる可能性が高くなるため、SDMの特徴である高速な通信を維持しつつ、STCの特徴である優れた通信品質を実現できる。

20 図面の簡単な説明

第1図は、本発明のシステムモデルを示す図であり、第2図は、本発明にかかる送信装置の実施の形態1の構成を示す図であり、第3図は、本発明にかかる受信装置の実施の形態1の構成を示す図であり、第4図は、本発明にかかる受信装置の実施の形態2の構成を示す図であり、第5図は、本発明にかかる送信装置の実施の形態3の構成を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明にかかる無線通信装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

実施の形態 1.

まず、本発明にかかる無線通信装置において実行される処理を理論的に説明する。ここでは、サブキャリア数を 1 として説明する。

送信アンテナ i から受信アンテナ k への伝送路ゲインを h_{ik} と表すと、たとえば、送信アンテナが 2 本の場合、SDM 方式は、下記 (1) 式で表すことができる。ただし、 r_j は受信アンテナ j における受信信号を表し、 x_j は送信アンテナ j (チャンネル j と等価) における送信信号を表す。また、雑音は無視する。

$$\begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ h_{12} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} \quad \cdots (1)$$

一方、STC 方式も、特定の信号配置マトリクスを用いた場合、(1) 式と同様の記述が可能である。たとえば、送信アンテナ 2、 $Rate=1$ のマトリクスを使用する場合、時刻 n における受信信号を y_n とすれば、下記 (2) 式のように表すことができる。

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ h_{21}^* & -h_{11}^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} \quad \cdots (2)$$

SDM 方式との違いは受信アンテナが 1 本のため伝送路ゲインが 2 種の値しか現れない点である (STC のブロック内では伝送路の変動はないものと仮定)。上記 (1) 式と (2) 式からわかるように SDM と STC は全く同一の形で表現が可能である。

第 1 図は、SDM 方式と STC 方式を同時に使用する場合における、本実施の形態のシステムモデルを示す図である。ここでは、4 つの送信アンテナ、2 つの受信アンテナで 2 チャンネルの STC 処理を想定する。また、送信アンテナ $Tx1$ 、 $Tx2$ を一つの SDM チャンネル (従来の SDM の場合の送信アンテナ 1 本に相当

: SDMch1と表記)と見なし、STC処理後の信号を送信する。また、送信アンテナTx3, Tx4により構成されるSDMch2においても、STC処理後の信号を送信する。この場合は、送信信号 s_1, s_2, s_3, s_4 の4シンボルを2単位時間で送信することになる。

- 5 受信アンテナnの時刻tにおける信号を $r_{n,t}$ とすれば、受信信号は、上記(1)式と(2)式より、下記(3)式のようにSDMおよびSTCを完全に統合した形で記述することができる。

$$10 \quad \begin{bmatrix} r_{1,1} \\ r_{1,2} \\ r_{2,1} \\ r_{2,2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} & h_{31} & h_{41} \\ h_{21}^* & -h_{11}^* & h_{41}^* & -h_{31}^* \\ h_{12} & h_{22} & h_{32} & h_{42} \\ h_{22}^* & -h_{12}^* & h_{42}^* & -h_{32}^* \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

上記(3)式を一般化すると、下記(4)式のように表すことができる。

$$R = G \cdot S \quad \dots (4)$$

- 15 そして、上記Gに逆行列が存在する場合、SDMとSTCとを合わせた4チャネルの分離が可能となる。

STCを表す信号配置マトリクスをA(SDMch1), B(SDMch2)とし、上記例による下記(5)式を適用した場合(A, Bの添字は受信アンテナ番号)、行列Gは、下記(6)式となる。

$$20 \quad A_1 = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{21} \\ h_{21}^* & -h_{11}^* \end{bmatrix} \quad B_1 = \begin{bmatrix} h_{31} & h_{41} \\ h_{41}^* & -h_{31}^* \end{bmatrix} \quad \dots (5)$$

$$25 \quad G = \begin{bmatrix} A_1 & B_1 \\ A_2 & B_2 \end{bmatrix} \quad \dots (6)$$

行列Gが正則となるためには、Gの各行、列が平行とならなければよい。したがって、送受2アンテナの通常のSDM方式と比較した場合でも、逆行列が存在

する可能性は大きいので、MIMOの適用領域を広げることができる。

つづいて、上記理論を実現する送信側の通信装置（以下、送信装置と呼ぶ）および受信側の通信装置（以下、受信装置と呼ぶ）の動作を、図面を用いて具体的に説明する。第2図は、本発明にかかる送信装置の実施の形態1の構成を示す図
5 であり、第3図は、本発明にかかる受信装置の実施の形態1の構成を示す図である。

第2図に示す送信装置は、後述するチャネル構成制御情報S8に基づいて送信信号S1を複数チャネルに分割するチャネル分割部1と、分割後の各チャネルの送信信号S2に対して誤り訂正符号化処理を実行する畳み込み符号化部2と、符号化データS3に対して所定の変調処理を実行する変調部3と、変調信号S4に対して送信する時間およびアンテナを割り当てるSTC部4と、各アンテナに割り当てられたサブキャリア上の送信信号S5を時間軸上の信号（ベースバンド信号S6）に変換するIFFT部5-1～5-N（Nは2以上の整数）と、ベースバンド信号S6を高周波帯へ変換するIF/RF部6-1～6-Nと、送信アンテナ7-1～7-Nと、後述する受信装置側からフィードバックされてくるチャネル構成情報S7から上記チャネル構成制御情報S8を生成する送信チャネル構成制御部8と、を備える。なお、ここでは、説明の便宜上、特定のチャネルにおける動作を説明するが、他のチャネルについても同様に動作する。

また、第3図に示す受信装置は、受信アンテナ11-1～11-N（1つの場合も含む）と、高周波信号をベースバンド信号S11に変換するIF/RF部12-1～12-Nと、ベースバンド信号S11を周波数軸上の信号（周波数信号S12）に変換するFFT部13-1～13-Nと、チャネル構成情報（送受信アンテナ間でどのようにSDMチャネル、STCチャネルが構成されているかを示す情報）にしたがって受信信号行列S13（（4）式のRに相当）を生成する受信信号行列生成部14と、受信信号（ベースバンド信号S11）中の既知パターンを利用して伝送路推定を行う伝送路推定部15と、伝送路情報S14およびチャネル構成にしたがって等化行列S15（（4）式のGの逆行列に相当）を生
20
25

成する等化行列生成部 16 と、受信信号行列 S 13 と等化行列 S 15 から各サブ
キャリア上の送信信号推定値 S 16 を算出するチャネル分離部 17 と、送信信号
推定値 S 16 に基づいて誤り訂正用のメトリック情報 S 17 を生成するメトリッ
ク生成部 18 と、メトリック情報 S 17 に誤り訂正を適用して出力信号 S 18 を
5 得る MLSE (Maximum Likelihood Sequence Estimation) 誤り訂正部 19 と、
伝送路情報 S 14, 受信アンテナの本数, 自局の計算能力等から送信装置側のチャ
ネル構成情報 S 19 を生成する送信側チャネル構成決定部 20 と、を備える。
なお、ここでは、説明の便宜上、特定のチャネルにおける動作を説明するが、他
のチャネルについても同様に動作する。

10 ここで、上記送信装置および受信装置の動作を詳細に説明する。送信装置では、
MIMOチャネルをどのように構成して送信すべきかを示すチャネル構成情報 S
7 を受信装置側から受け取る。送信チャネル構成制御部 8 では、チャネル構成情
報 S 7 からチャネル構成制御情報 S 8 を生成する。

15 チャネル分割部 1 では、チャネル構成制御情報 S 8 の指示にしたがってユーザ
からの送信信号 S 1 を複数のチャネルに分割する。たとえば、SDMによる 2 チャ
ネルと STC による 2 チャネルに分割する場合は、送信信号 S 1 を SDM 分の
2 チャネルに分割し、分割後の送信信号に対してさらに STC 処理を適用する。
具体的には、畳み込み符号化部 2 がチャネル分割後の送信信号 S 2 に対して誤り
訂正畳み込み符号化処理を実行し、変調部 3 が符号化データ S 3 を変調し、そし
て、STC 部 4 が、変調信号 S 4 に対して送信すべき時間および送信アンテナを
20 割り当て各送信アンテナに分配する。

IFFT部 5-1~5-Nでは、分配された送信信号 S 5 をサブキャリア上に
配置し、時間軸上の信号 (ベースバンド信号 S 6) に変換する。そして、IF/
RF部 6-1~6-Nが、ベースバンド信号 S 6 を高周波帯へアップコンバート
25 して送信する。なお、実際には伝送路推定用の既知信号付加等の処理も行われる
が、簡単のためその説明を省略する。なお、他のチャネルでも、上記と同様の手
順で送信処理を行う。

また、受信装置では、アンテナ11-1~11-Nで高周波信号を受信後、I
F/RF部12-1~12-Nがベースバンド信号S11を生成する。伝送路推
定部15では、ベースバンド信号S11中に含まれている既知パターンを用いて
各送受信アンテナ間の伝送路推定を行う。そして、等化行列生成部16が、チャ
ネル分離のための等化行列 G^{-1} （STCの信号配置マトリクスから求まる信号配
置マトリクス：チャンネル毎の等化行列）を算出する。

一方、FFT部13-1~13-Nでは、ベースバンド信号S11中のユーザ
データを周波数信号S12に変換し、各サブキャリア上の信号として取り出す。
受信信号行列生成部14では、指定したMIMOチャンネル構成に基づいて周波数
信号S12から受信信号行列S13（（3）式のR）を生成する。そして、チャ
ネル分離部17では、受信信号行列S13と等化行列S15から送信信号推定値
S16を計算する。

メトリック生成部18では、送信信号推定値S16から誤り訂正用のメトリッ
ク情報S17を算出する。そして、MLSE誤り訂正部19が、誤り訂正処理を
実行し、最終的な出力信号S18を得る。

なお、本実施の形態では、受信装置側から送信装置側にMIMOチャンネル構成
を指定する必要がある。そこで、送信側チャンネル構成決定部20が、様々なパラ
メータを用いて、具体的にいうと、伝送路情報S14（受信信号のS/N等）、
送受信装置のアンテナ本数、計算能力等を用いて、MIMOチャンネルの構成を決
定する。そして、送信装置に対して上記決定結果であるチャンネル構成情報S19
をチャンネル構成情報S7としてフィードバックする。チャンネル構成の決定法には
様々なパターンが考えられる。たとえば、受信機の計算能力が極端に低い場合は、
伝送路の状態が良いときであってもチャンネル分離が容易なSTCチャンネルを優先
して選択する。逆に、送受信機とも十分な数のアンテナおよび計算能力を有し、
伝送路状態がMIMOに適する場合（アンテナ間の相関が小さい場合）には、同時
送信チャンネル数の多いSDM構成を選択する。

このように、本実施の形態においては、各装置に備えられたアンテナ数、計算

能力、伝送路状態など、種々のパラメータから最適なMIMOチャネルの構成（アンテナによるチャネル分割、STCによるチャネル分割）を決定する。これにより、効率のよい通信を行うことができる。また、従来のSDM方式では逆行列が存在しない通信環境下であっても、STCを適用することにより等化行列が生成できる可能性が高くなるため、SDMの特徴である高速な通信を維持しつつ、STCの特徴である優れた通信品質を実現できる。

実施の形態2.

第4図は、本発明にかかる受信装置の実施の形態2の構成を示す図である。この受信装置は、伝送路のコヒーレント帯域幅を測定するコヒーレント帯域測定部21aと、コヒーレント帯域幅情報S20および受信信号中の既知パターンを用いて伝送路推定を行う伝送路推定部15aと、を備える。なお、先に説明した実施の形態1と同様の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。ここでは、実施の形態1と異なる動作についてのみ説明する。

コヒーレント帯域測定部21aでは、ベースバンド信号S11を定期的に観測し、現在の伝送路におけるコヒーレント帯域幅（伝送路がほぼ一定と見なせる周波数幅）を算出する。通常、この算出には既知信号が必要となるため、たとえば、パイロット信号部分が用いられる。コヒーレント帯域幅内はほぼ一定の伝送路と見なせることから、伝送路推定部15aでは、コヒーレント帯域幅情報S20（瞬時の伝送路においてほぼ同一の伝送路利得を有する周波数帯域を表す情報。たとえば、100MHzの信号帯域内において、1MHz幅では伝送路の変動が無視できる場合に、コヒーレント帯域1MHzという情報となる。）で示された帯域幅内の1サブキャリアについて伝送路推定処理を行う。すなわち、コヒーレント帯域幅情報S20により、信号帯域を同一の伝送路情報を持ついくつかのサブキャリアグループに分割する。そして、このグループ内において一度だけ伝送路推定処理および等化行列生成処理を行い、グループ内の全てのサブキャリアで同一の等化行列を使用する。

なお、上記伝送路推定部15aでは、上記に限らず、たとえば、サブキャリア

グループ内の複数サブキャリアについて伝送路推定を行い、その結果を平均化することとしてもよい。

このように、本実施の形態では、伝送路推定処理および等化行列生成処理をコヒーレント帯域内のサブキャリアグループ毎に一度だけ行うこととした。これにより、実施の形態1と同様の効果に加えて、さらに計算量を大幅に削減することが可能となり、装置構成の簡略化を実現できる。

実施の形態3.

第5図は、本発明にかかる送信装置の実施の形態3の構成を示す図である。この送信装置は、各送信チャネルのデータに送信アンテナ単位の複素乗算を行って送信方向を制御するビームフォーミング部9-1~9-M(2以上の整数)と、各送信アンテナに対応したビームフォーミング制御後の全送信信号を加算する加算部10-1~10-Nと、を備える。なお、先に説明した実施の形態1と同様の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。ここでは、実施の形態1と異なる動作についてのみ説明する。

実施の形態1では、STC処理後の送信信号S5が各送信アンテナから無指向で送信されていた。これに対して、本実施の形態では、送信信号S5に対して複数アンテナによるビームフォーミングを適用する。なお、本実施の形態では、STC処理後の送信チャネル数と送信アンテナ数が一致しなくてもよい。

具体的には、ビームフォーミング部9-1~9-Mが、各送信チャネルに対して独自の方向制御を行い、送信アンテナ単位に分配する。方向制御後の送信信号S9は、加算部10-1~10-Nにてアンテナ単位に加算され、IFFT部5-1~5-NにてIFFT処理実行後、高周波帯にアップコンバートされて送信される。なお、図8では、説明の便宜上、一部のビームフォーミング部からの出力が加算されていないが、実際は全てのビームフォーミング部の出力が加算される。最適なビームフォーミングとは、「同時送信されるSDMチャネルが互いに直交チャネルとなること」であることが、たとえば、電子情報通信学会技術研究報告RCS2002-53「MIMOチャネルにおける固有ビーム空間分割多重(E-SDM)

方式」に記載されている。ビームフォーミング部では、送受信機間に直交チャネルを形成するように各アンテナのウェイトを制御する。ウェイトの算出には伝送路の情報が必要であるが、この情報は受信機側からフィードバック回線により通知される。

- 5 このように、本実施の形態においては、ビームフォーミングにより送信電力を集中することとした。これにより、さらに、効率のよい通信が可能となる。また、送信チャネル数と送信アンテナ数が一致しなくてもよいことから、チャネル選択の自由度が大きくなるので、より良好な通信特性を確保することができる。

10 産業上の利用可能性

以上のように、本発明にかかる無線通信装置は、通信方式としてマルチキャリア変復調方式を採用する場合の技術として有用であり、特に、SDM方式および送信ダイバーシチ技術を利用したシステムに適用可能な無線通信装置として適している。

請 求 の 範 囲

1. 複数の送信アンテナを備え、1つまたは複数のキャリアを用いた通信を行う送信側の無線通信装置において、

5 受信側の通信装置から通知される「MIMO (Multiple Input Multiple Output) チャンネルの構成法を示すチャンネル構成情報」に基づいて送信信号を複数のチャンネルに分割するチャンネル分割手段と、

さらに分割後のチャンネル毎にSTC (Space Time Coding) 処理による送信ダイバーシチを実現するSTC手段と、

10 を備えることを特徴とする無線通信装置。

2. 前記STC処理後の各送信チャンネルに対して複素乗算による個別の方向制御を行い、各送信アンテナ単位に分配するビームフォーミング手段と、

前記各送信アンテナに対応した方向制御後の全送信信号を加算する加算手段と、

15 を備えることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の無線通信装置。

3. 1つまたは複数の受信アンテナを備え、1つまたは複数のキャリアを用いた通信を行う受信側の無線通信装置において、

送受信間の伝送路を推定する伝送路推定手段と、

20 前記伝送路推定結果、送信側の通信装置の物理的構成、および自装置の物理的構成に基づいて、MIMO (Multiple Input Multiple Output) チャンネルの構成を決定し、その決定結果であるチャンネル構成情報を送信側の通信装置に通知するチャンネル構成決定手段と、

を備えることを特徴とする無線通信装置。

25

4. 前記チャンネル構成決定手段は、前記伝送路推定結果、送信側の通信装置および自装置のアンテナ本数、計算能力、の少なくともいずれか一つの情報に基づ

いてチャネル構成情報を生成することを特徴とする請求の範囲第3項に記載の無線通信装置。

5. さらに、受信信号の観測により伝送路におけるコヒーレント帯域幅を測定
5 するコヒーレント帯域測定手段、
を備え、

前記伝送路推定手段は、前記測定結果に基づいて、信号帯域を、同一の伝送路
情報を持ついくつかのサブキャリアグループに分割し、当該サブキャリアグルー
プを単位として伝送路推定を行うことを特徴とする請求の範囲第4項に記載の無
10 線通信装置。

6. 前記サブキャリアグループ内の複数サブキャリアについて伝送路推定を行
い、その結果を平均化することを特徴とする請求の範囲第5項に記載の無線通信
装置。

7. 複数の送信アンテナと、1つまたは複数の受信アンテナを備え、1つまた
は複数のキャリアを用いた通信を行う無線通信装置において、

受信側の通信装置から通知される「MIMO (Multiple Input Multiple Outp
ut) チャネルの構成法を示すチャネル構成情報」に基づいて送信信号を複数のチ
20 ャネルに分割するチャネル分割手段と、

さらに分割後のチャネル毎にSTC (Space Time Coding) 処理による送信ダイ
バーシチを実現するSTC手段と、

を含む送信処理部と、

送受信間の伝送路を推定する伝送路推定手段と、

25 前記伝送路推定結果、送信側の通信装置の物理的構成、および自装置の物理的
構成に基づいて、MIMOチャネルの構成を決定し、その決定結果であるチャネ
ル構成情報を送信側の通信装置に通知するチャネル構成決定手段と、

を含む受信処理部と、
を備えることを特徴とする無線通信装置。

8. 前記チャネル構成決定手段は、前記伝送路推定結果、送信側の通信装置および自装置のアンテナ本数、計算能力、の少なくともいずれか一つの情報に基づいてチャネル構成情報を生成することを特徴とする請求の範囲第7項に記載の無線通信装置。

9. さらに、受信信号の観測により伝送路におけるコヒーレント帯域幅を測定するコヒーレント帯域測定手段、
を備え、

前記伝送路推定手段は、前記測定結果に基づいて、信号帯域を、同一の伝送路情報を持ついくつかのサブキャリアグループに分割し、当該サブキャリアグループを単位として伝送路推定を行うことを特徴とする請求の範囲第8項に記載の無線通信装置。

10. 前記サブキャリアグループ内の複数サブキャリアについて伝送路推定を行い、その結果を平均化することを特徴とする請求の範囲第9項に記載の無線通信装置。

20

11. 複数の送信アンテナを備え、1つまたは複数のキャリアを用いて受信装置へ送信信号を送信する送信装置において、

前記受信装置から通知される「MIMO (Multiple Input Multiple Output) チャネルの構成法を示すチャネル構成情報」に基づいて、送信信号を複数の送信チャネルに分割するチャネル分割手段と、

25

前記分割後の各送信チャネルの送信信号に対する、STC (Space Time Coding) 処理による送信ダイバーシチを実現するSTC手段と、

を備えることを特徴とする送信装置。

12. 前記S T C処理後の各送信チャネルの送信信号に対して複素乗算による個別の方向制御を行い、各送信アンテナ単位に分配するビームフォーミング手段と、

前記各送信アンテナに対応した方向制御後の全送信信号を加算する加算手段と、
をさらに備えることを特徴とする請求の範囲第11項に記載の送信装置。

13. 1つまたは複数の受信アンテナを備え、1つまたは複数のキャリアを用いて送信装置から送信される信号を受信する受信装置において、

前記送信装置との間の伝送路を推定する伝送路推定手段と、

前記伝送路推定手段が推定した伝送路推定結果と、前記送信装置の物理的構成と、自装置の物理的構成と、に基づいて、MIMO (Multiple Input Multiple Output) チャネルの構成を決定し、その決定結果であるチャネル構成情報を前記送信装置に通知するチャネル構成決定手段と、

を備えることを特徴とする受信装置。

14. さらに、前記送信装置からの受信信号の観測により伝送路におけるコヒーレント帯域幅を測定するコヒーレント帯域測定手段、

を備え、

前記伝送路推定手段は、前記コヒーレント帯域測定手段による測定結果に基づいて、信号帯域を、同一の伝送路情報を持つ複数のサブキャリアグループに分割し、該サブキャリアグループを単位として伝送路推定を行うことを特徴とする請求の範囲第13項に記載の受信装置。

15. 前記伝送路推定手段は、サブキャリアグループ内の複数サブキャリアについて伝送路推定を行い、その結果を平均化することを特徴とする請求の範囲第

1 4項に記載の受信装置。

1 6. 前記チャネル構成決定手段は、前記伝送路推定結果と、前記送信装置のアンテナ数と、自装置のアンテナ数と、前記送信装置の計算能力と、自装置の計算能力と、の少なくともいずれか一つの情報に基づいてチャネル構成情報を生成することを特徴とする請求の範囲第1 3項に記載の受信装置。

1 7. 複数の送信アンテナを備え、1つまたは複数のキャリアを用いて受信装置へ送信信号を送信する送信装置と、1つまたは複数の受信アンテナを備え、前記送信装置から送信される信号を受信する受信装置と、を含む無線通信システムにおいて、

前記送信装置は、

前記受信装置から通知される「MIMO (Multiple Input Multiple Output) チャネルの構成法を示すチャネル構成情報」に基づいて、送信信号を複数の送信チャネルに分割するチャネル分割手段と、

前記分割後の各送信チャネルの送信信号に対する、STC (Space Time Coding) 処理による送信ダイバーシチを実現するSTC手段と、

を備え、

前記受信装置は、

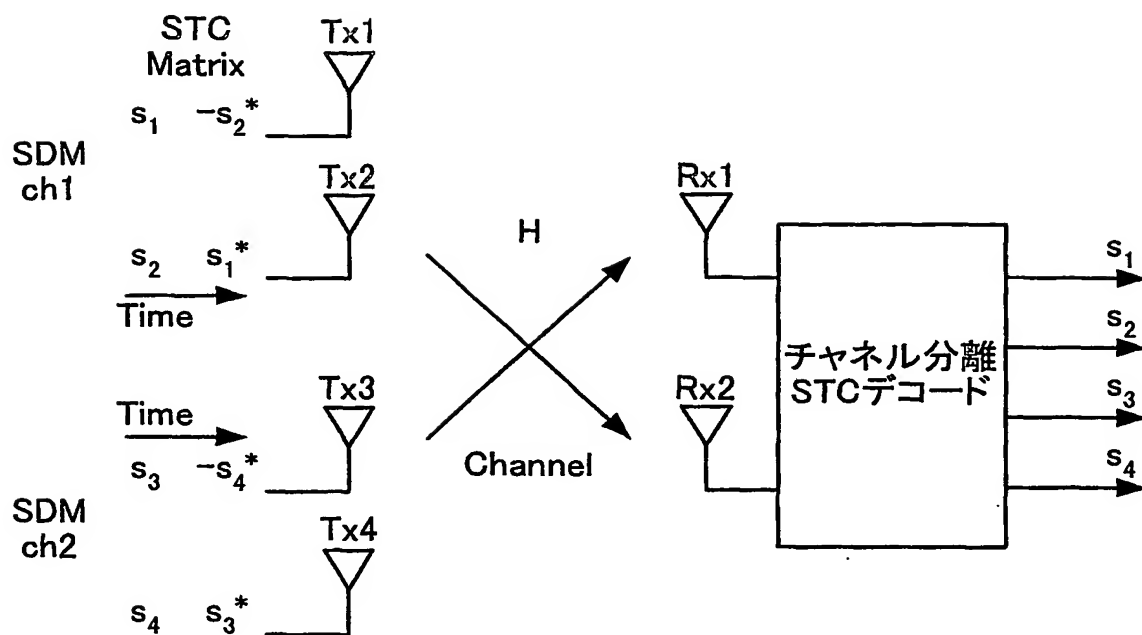
前記送信装置との間の伝送路を推定する伝送路推定手段と

前記伝送路推定手段が推定した伝送路推定結果と、前記送信装置の物理的構成と、自装置の物理的構成と、に基づいて、MIMO (Multiple Input Multiple Output) チャネルの構成を決定し、その決定結果であるチャネル構成情報を前記送信装置に通知するチャネル構成決定手段と、

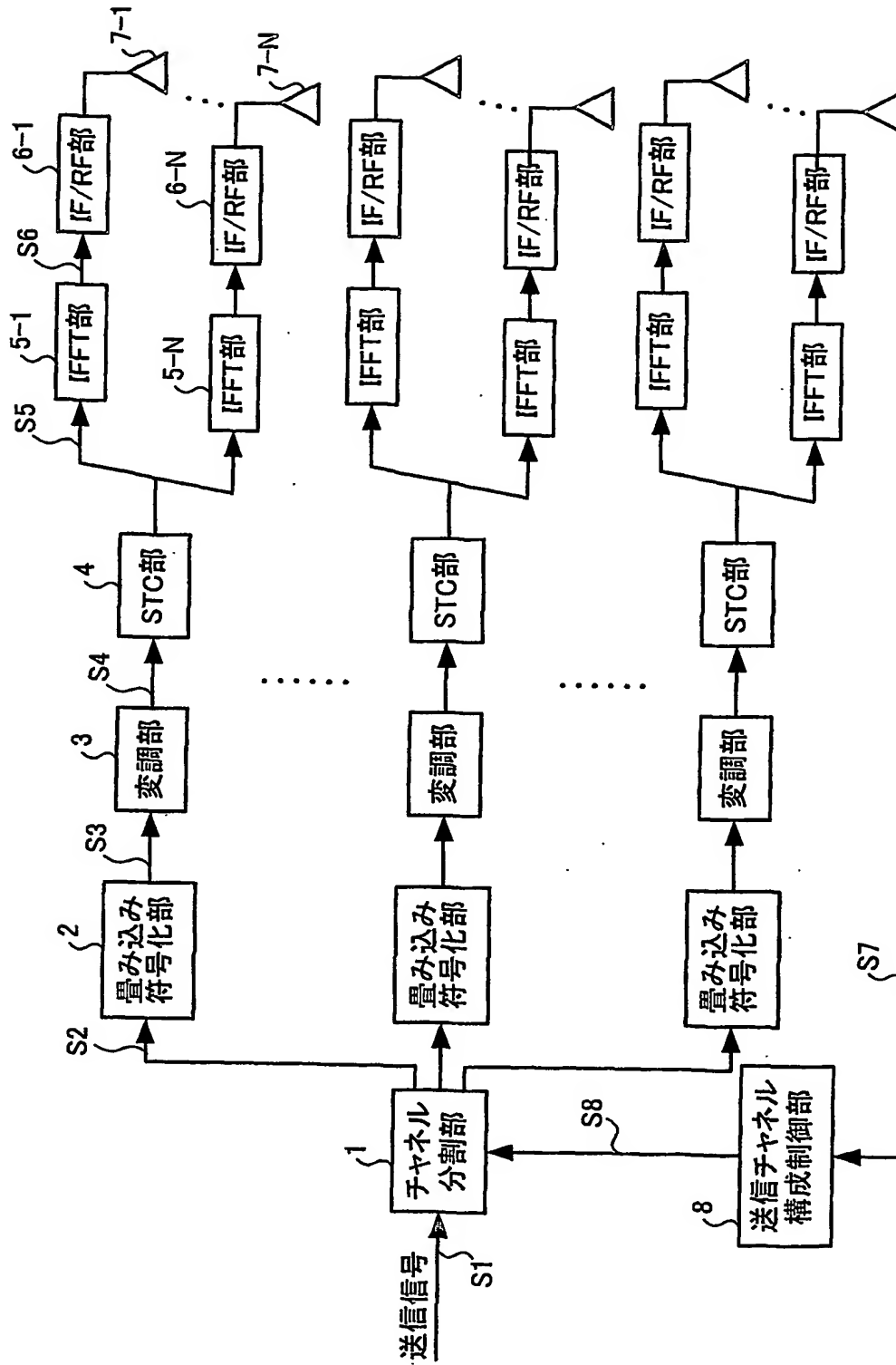
を備えることを特徴とする無線通信システム。

1/5

第 1 図



第2図



3/5

第3図

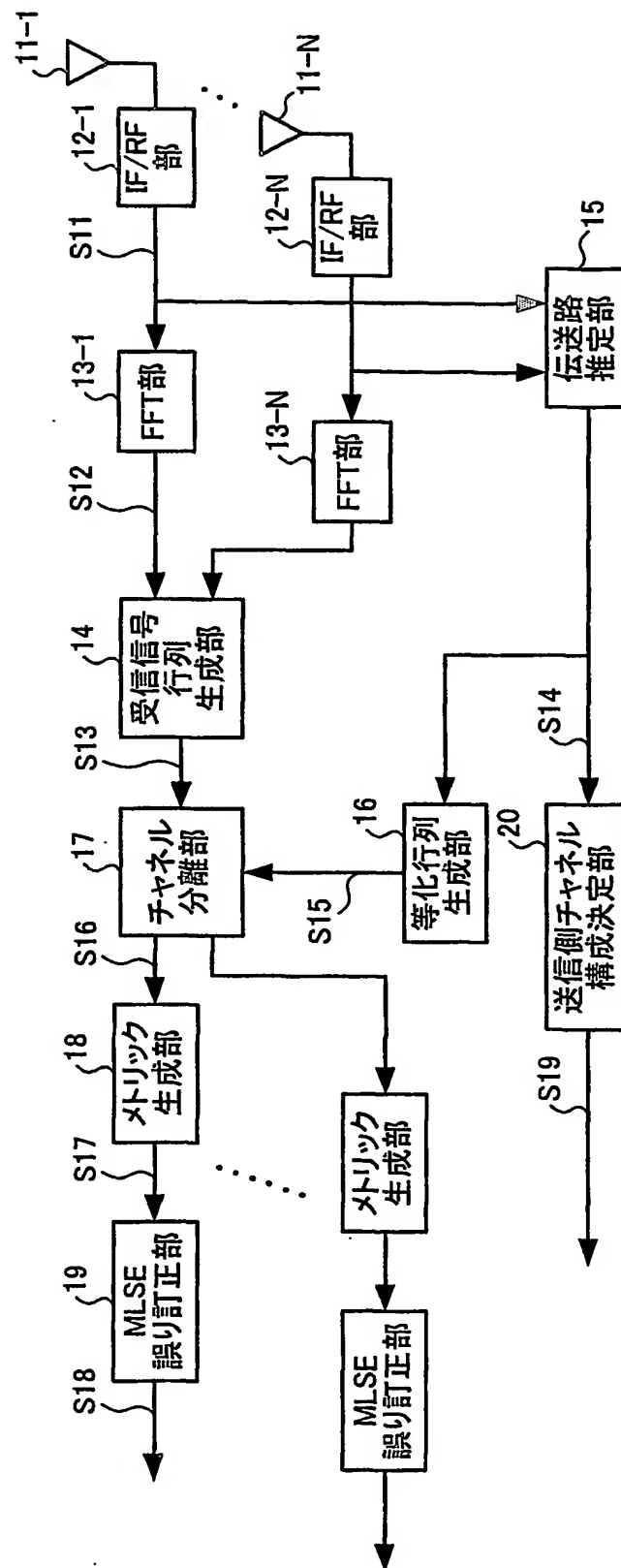
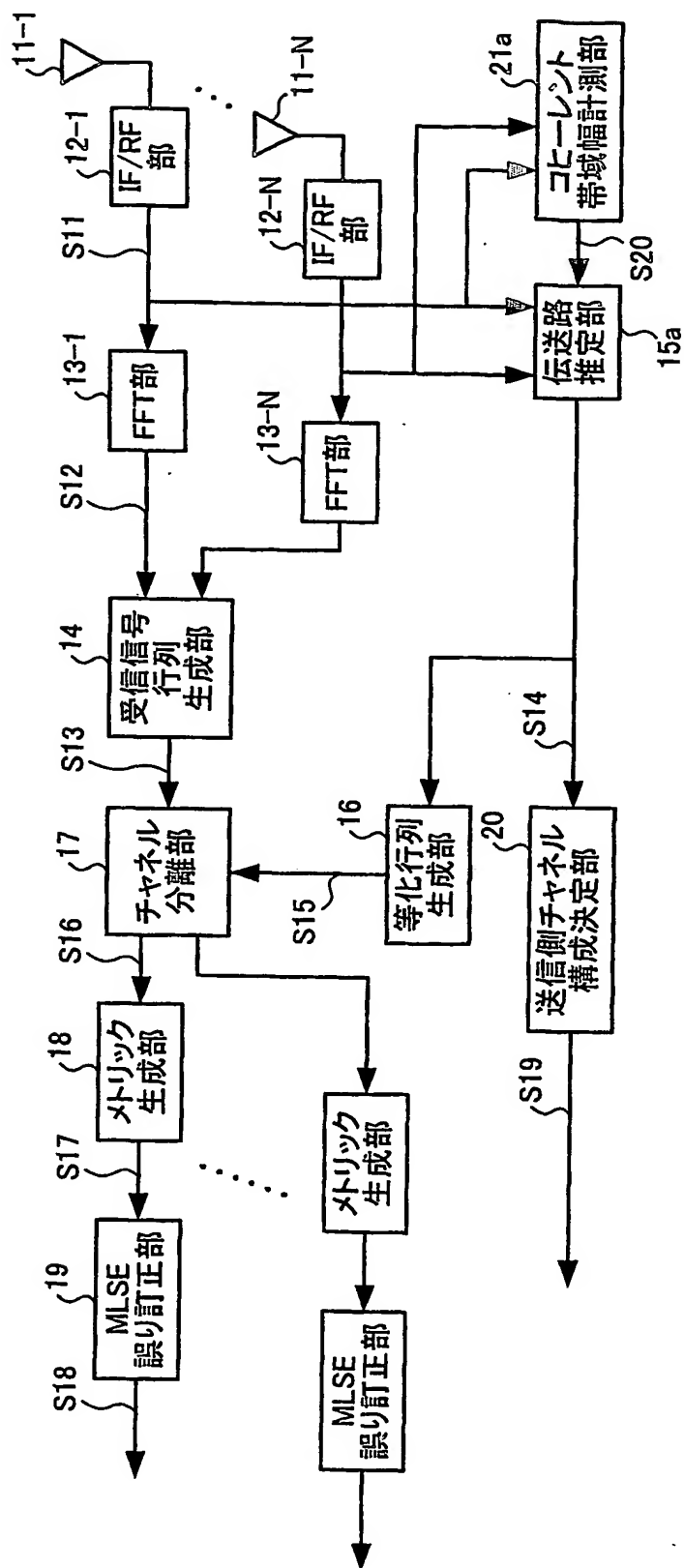
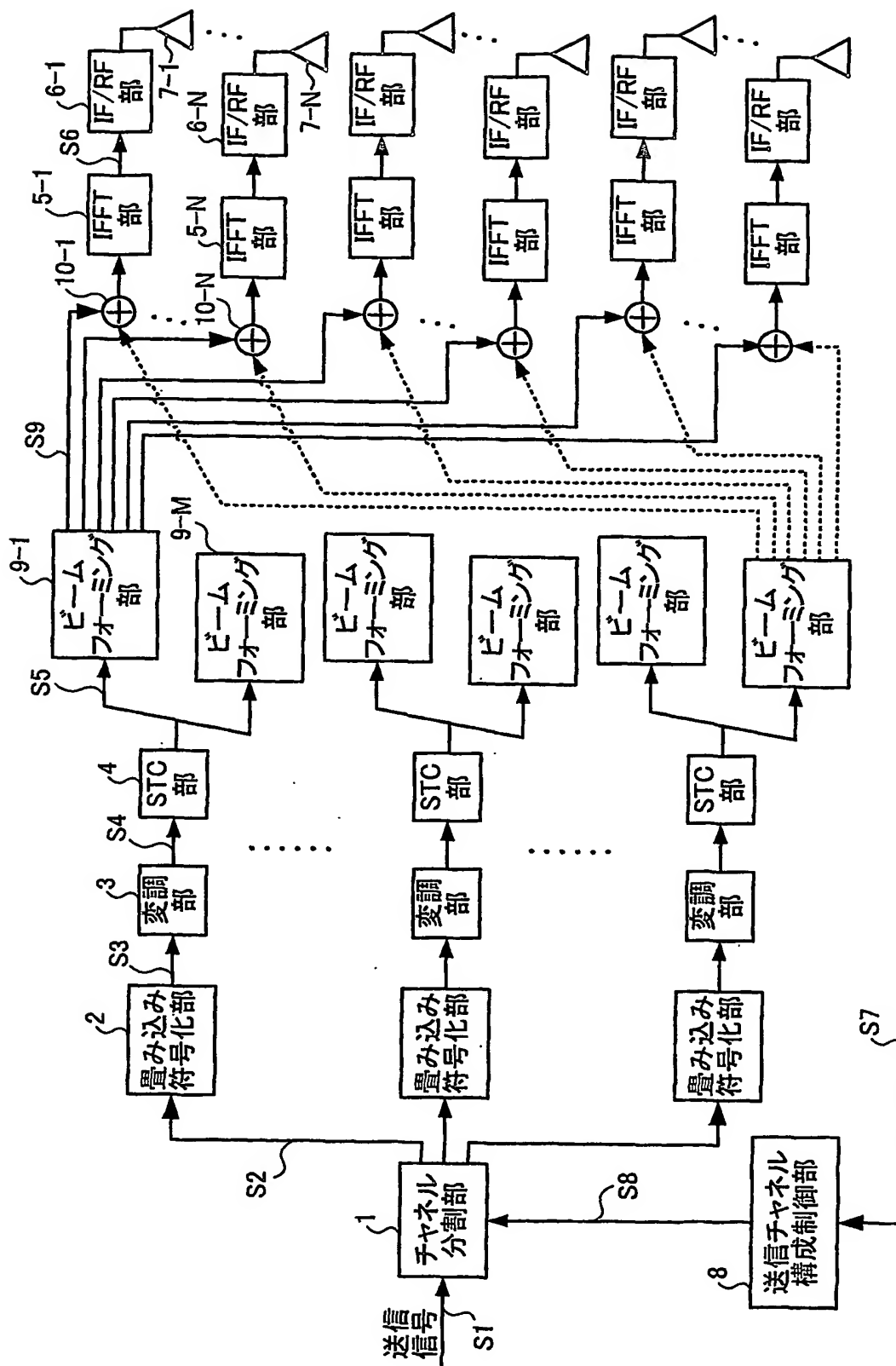


圖 4 鋼



第5図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003614

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H04B7/04, 7/06, H04J11/00, 15/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H04B7/02-7/12, H04J11/00, 15/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Toru ARAIDA et al., "Jikukan Block Fugo Gyoretsu o Mochiita Tekio Hencho", The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, Gijutsu Kenkyu Hokoku, 27 February, 2002 (27.02.02), Vol.101, No.682, pages 31 to 36, SST2001-66	1, 3, 4, 11, 13, 16
Y		2, 5-10, 12, 14, 15, 17
X A	Satoshi TOKI et al., "Saiteki Denryoku Haibun o Okonau Soshin Antenna Sentakugata MIMO Channel Denso Hoshiki", 2003 Nen The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, Sogo Taikai Koen Ronbunshu, 03 March, 2003 (03.03.03), page 622, B-5-163	3, 4, 13, 16 1, 2, 5-12, 14, 15, 17

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 June, 2004 (15.06.04)Date of mailing of the international search report
29 June, 2004 (29.06.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003614

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	Yoshitaka HARA et al., "Sojushin Beam Keisei o Mochiiru MIMO System no Wait Seigyoho", The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, Gijutsu Kenkyu Hokoku, 23 August, 2002 (23.08.02), Vol.102, No.282, pages 33 to 40, RCS2002-152	3, 4, 13, 16 1, 2, 5-12, 14, 15, 17
Y	Kazuya MIYASHITA et al., "MIMO Channel ni okeru Koyu Beam Kukan Bunkatsu Tajū (E-SDM) Hoshiki", The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, Gijutsu Kenkyu Hokoku, 17 May, 2002 (17.05.02), Vol.102, No.86, pages 13 to 18, RCS2002-53	2, 7, 8, 12, 17
Y	JP 2000-188585 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 04 July, 2000 (04.07.00), Par. Nos. [0096] to [0113]; Fig. 6 (Family: none)	5, 6, 9, 10, 14, 15
Y	JP 2002-198878 A (Toshiba Corp.), 12 July, 2002 (12.07.02), Par. No. [0027]; Fig. 1 (Family: none)	5, 9, 14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H04B7/04, 7/06
H04J11/00, 15/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H04B7/02-7/12
H04J11/00, 15/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	新井田統 他, 時空間ブロック符号行列を用いた適応変調, 電子情報通信学会技術研究報告, 27.02.2002, Vol. 101, No. 682, p. 31-36, SST2001-66	1, 3, 4, 11, 13, 16
Y		2, 5-10, 12, 14, 15, 17

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリ

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

- の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.06.2004

国際調査報告の発送日

29.6.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

畑中 博幸

5J 3360

電話番号 03-3581-1101 内線 3534

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	時慧 他, 最適電力配分を行う送信アンテナ選択型MIMOチャネル伝送方式, 2003年電子情報通信学会総合大会講演論文集, 03.03.2003, p. 622, B-5-163	3, 4, 13, 16 1, 2, 5- 12, 14, 15, 17
X A	原嘉孝 他, 送受信ビーム形成を用いるMIMOシステムのウェイト制御法, 電子情報通信学会技術研究報告, 23.08.2002, Vol. 102, No. 282, p. 33-40, RCS2002-152	3, 4, 13, 16 1, 2, 5- 12, 14, 15, 17
Y	宮下和巳 他, MIMOチャネルにおける固有ビーム空間分割多重(E-SDM)方式, 電子情報通信学会技術研究報告, 17.05.2002, , Vol. 102, No. 86, p. 13-18, RCS2002-53	2, 7, 8, 12, 17
Y	JP 2000-188585 A (松下電器産業株式会社) 04.07.2000, 段落【0096】-【0113】, 第6図, (ファミリーなし)	5, 6, 9, 10, 14, 15
Y	JP 2002-198878 A (株式会社東芝) 12.07.2002, 段落【0027】, 第1図, (ファミリーなし)	5, 9, 14